ИНДУСТРИЯ НАПИТКОВ

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ЖУРНАЛ

4 [46] 2006

ТИПОГРАФИЯ КОНТУР ПЛЮС

+7(495) 787-66-76 www.kontur-plus.ru

типография АСТЕРИКС ПЛЮС

+7(812) 325-55-65 www.asterix.ru

ВРЕМЯ НОВЫХ ДОСТИЖЕНИЙ!

ЭТИКЕТКИ самоклеящиеся

СИСТЕМЫ ПРОПАГАЦИИ ПИВНЫХ ДРОЖЖЕЙ

часть II

Чермен Кайтуков,
Московский государственный университет пищевых производств

В первой части статьи была описана одноаппаратная установка для пропагации ЧКД и даны комментарии относительно того, как увеличить производительность отделений пропагации чистой культуры дрожжей либо установить такое отделение при его отсутствии. Во второй части рассмотрена двухаппаратная установка для пропагации ЧКД и экспериментальные данные, полученные при пропагации дрожжей этим способом.

Кроме того, проведен сравнительный анализ двух систем пропагации, что позволит будущему заказчику выбрать наиболее подходящий для него способ и, соответственно, установку пропагации.

The first part of the article discussed the single-device unit for propagation of pure yeast culture and addressed the issue of improving productivity of pure yeast culture propagation, or setting up new systems of pure yeast culture propagation where such units had not existed. In this section the article discusses two-device system for pure yeast culture propagation and experimental data received during yeast propagation using this method.

The article also contains a comparative analysis of two propagation systems, which will allow the future customer to select the most appropriate method and thus select the appropriate propagation device.

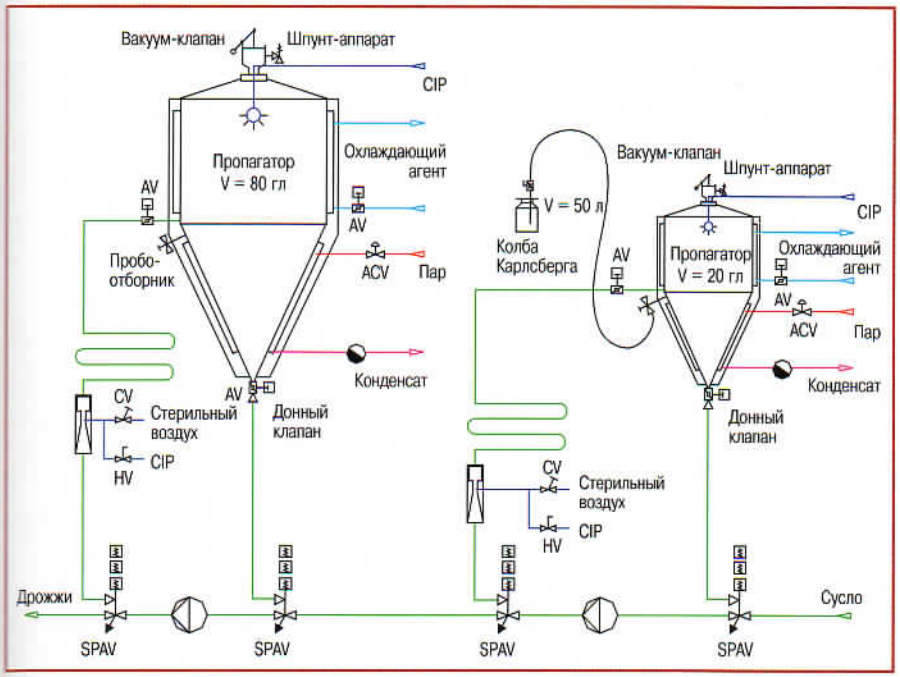

Рис. 9. Двухаппаратная установка для пропагации ЧКД

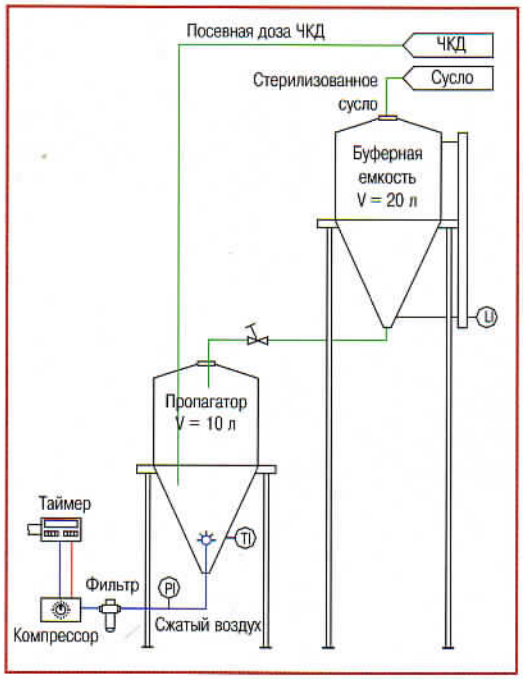

Рис. 10. Лабораторная установка II

Схема двухаппаратной установки для пропагации ЧКД представлена на рис. 9.

После мойки и стерилизации паром меньший пропагатор заполняется суслом. Обычно рекомендуемая температура пропагации, как и при использовании одноаппаратной установки, выбирается на 2–3 °С ниже температуры брожения. Затем в этот пропагатор задается посевная доза ЧКД из колбы Карлсберга, сусло аэрируется, и начинается непосредственно процесс пропагации дрожжей.

В это время больший пропагатор, в том числе все подходящие трубопроводы, также проходит процедуру мойки и стерилизации паром, после чего в него также подается сусло. В таких системах рабочий объем большего пропагатора обычно составляет 4–6 объемов меньшего.

Затем сусло стерилизуется под давлением и охлаждается до требуемой температуры. Количество сусла выбирается с учетом того, что после его охлаждения, а также по достижении в процессе пропагации требуемой концентрации клеток в малом пропагаторе весь объем меньшего пропагатора должен быть перекачан в больший. При этом большой пропагатор должен оказаться заполненным до рабочего объема. Затем начинается процесс пропагации в большем пропагаторе, и при достижении требуемой концентрации клеток (80–100 млн кл./мл для пивоваренных дрожжей) полученная дрожжевая суспензия передается в бродильное отделение.

Если сравнить рис. 1* и рис. 9, видно, что двухаппаратная система пропагации дрожжей фактически представляет собой две одноаппаратные системы, при этом стоимость такой установки, как отмечалось, выше минимум в 1,5 раза.

Для проведения экспериментов в целях оценки данного способа пропагации ЧКД была сконструирована лабораторная установка II (рис. 10).

В отличие от лабораторной установки I (см. рис. 2*), в данной установке основная часть стерилизованного сусла (4500 мл) вносилась в буферную емкость и только 500 мл – в пропагатор. Затем в пропагатор помещали дрожжи, и только через час, после того как дрожжевые клетки образовывали в сусле однородную суспензию без комков, туда же добавляли еще 1500 мл сусла из буферной емкости. Для контроля количества добавляемого сусла уровнемер в буферной емкости был градуирован в миллилитрах. По достижении требуемой концентрации клеток в пропагаторе в него вносили оставшиеся 3000 мл сусла.

В табл. 3, 4 представлены результаты экспериментов, проведенных при пропагации обоих штаммов (столбец *а* – количество клеток в поле камеры Горяева). Сравнить их можно с помощью графиков на рис. 11–16.

Пивоваренные дрожжи *SafBrew*:

- 5000 мл сусла;
- 5 г дрожжевых клеток;
- начальная плотность сусла – 10%;
- температура пропагации – 22 °С;
- аэрация – 6 с каждые 10 мин.

Хлебопекарные дрожжи *Dr. Oetker*:

- 5000 мл сусла;
- 7 г дрожжевых клеток;

ЗАО «ПродмашОрел»

■ линии розлива пищевых и технических жидкостей производительностью от 1000 до 6000 бут./ч;

■ моноблоки розлива и укупорки в стекло и ПЭТ производительностью от 1000 до 6000 бут./ч;

■ триблоки (ополаскивание + розлив + укупорка) производительностью от 1000 до 3000 бут./ч;

■ сатураторы и миксосатураторы производительностью от 1000 до 12000 л/ч;

■ фильтры для воды производительностью от 1000 до 21000 л/ч

302028, г. Орел,
ул. М. Горького, 17
тел./факс (4862) 43-57-99, 43-24-04, 76-02-32, 76-02-31, 43-30-85
www.prodmash-orel.ru

* *Кайтуков Ч.* Системы пропагации пивных дрожжей. Часть I // Индустрия напитков. 2006. № 3. С. 21.

Таблица 3

Пропагация пивоваренных дрожжей *SafBrew* в двухаппаратной установке (2-е повторение)

Время, ч	*a*	*M*, млн кл./мл	Упитанность клеток, %	Количество мертвых клеток, %	Количество сусла в пропагаторе, мл	Общее количество клеток
0	400	100,00	0	32,0	500	50 000
1	403	100,75	0	32,0	500*	50 375
1	134	33,50	0	32,0	1 500	50 250
2	136	34,00	14	30,0	1 500	51 000
4	137	34,25	34	27,0	1 500	51 375
6	145	36,25	36	25,5	1 500	54 375
8	165	41,25	36	22,0	1 500	61 875
10	220	55,00	37	20,0	1 500	82 500
12	301	75,25	38	18,5	1 500	112 875
14	354	88,50	44	15,0	1 500**	132 750
14	102	25,50	44	15,0	5000	127 500
16	104	26,00	55	11,0	5000	130 000
18	108	27,00	59	8,0	5000	135 000
20	129	32,25	65	8,0	5000	161 250
22	159	39,75	69	8,5	5000	198 750
24	220	55,00	74	7,5	5000	275 000
26	279	69,75	76	8,0	5000	348 750
28	369	92,25	78	8,0	5000	461 250
30	421	105,25	80	7,0	5000	526 250
32	435	108,75	80	8,0	5000	543 750
34	438	109,50	79	9,0	5000	547 500
36	440	110,00	79	9,0	5000	550 000
38	438	109,50	78	10,0	5000	547 500
36	Max	110,00	–	–	–	–
30	Log	105,25	Нахождение в логарифмической фазе роста			

* Добавлено 1000 мл сусла.
** Добавлено 3500 мл сусла.

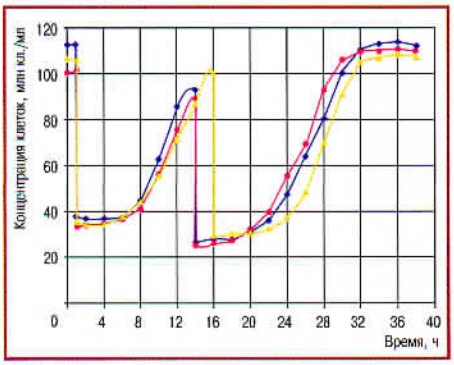

Рис. 11. Рост концентрации клеток при пропагации пивоваренных дрожжей *SafBrew* в двухаппаратной установке:
— 1-е повторение; — 2-е повторение; — 3-е повторение

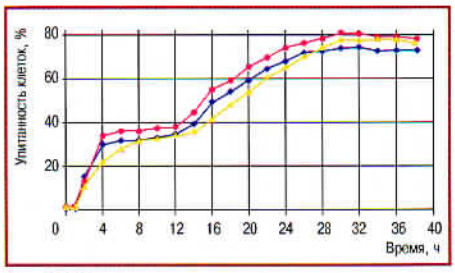

Рис. 12. Изменение упитанности клеток при пропагации пивоваренных дрожжей *SafBrew* в двухаппаратной установке:
— 1-е повторение; — 2-е повторение; — 3-е повторение

Таблица 4

Пропагация хлебопекарных дрожжей *Dr. Oetker* в двухаппаратной установке (3-е повторение)

Время, ч	*a*	*M*, млн кл./мл	Упитанность клеток, %	Количество мертвых клеток, %	Количество сусла в пропагаторе, мл	Общее количество клеток
0	508	127,00	0	31,0	500	63 500
1	498	124,50	1	30,0	500*	62 250
1	160	40,00	1	30,0	1 500	60 000
2	184	46,00	6	28,0	1 500	69 000
4	221	55,25	12	26,0	1 500	82 875
6	307	76,75	22	25,0	1 500	115 125
8	406	101,50	39	21,0	1 500	152 250
10	521	130,25	60	19,0	1 500**	195 375
10	149	37,25	60	19,0	5000	186 250
12	180	45,00	62	14,0	5000	225 000
14	236	59,00	68	13,0	5000	295 000
16	318	79,50	71	10,0	5000	397 500
18	445	111,25	74	8,0	5000	556 250
20	587	146,75	76	6,0	5000	733 750
22	731	182,75	78	5,0	5000	913 750
24	863	215,75	79	4,5	5000	1 078 750
26	924	231,00	80	4,5	5000	1 155 000
28	943	235,75	80	5,0	5000	1 178 750
30	954	238,50	81	6,0	5000	1 192 500
32	956	239,00	80	8,0	5000	1 195 000
32	Max	239,00	–	–	–	–
24	Log	215,75	Нахождение в логарифмической фазе роста			

* Добавлено 1000 мл сусла.
** Добавлено 3500 мл сусла.

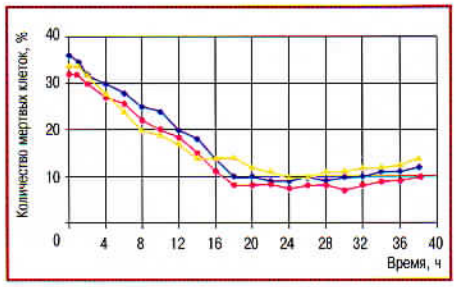

Рис. 13. Изменение количества мертвых клеток при пропагации пивоваренных дрожжей *SafBrew* в двухаппаратной установке:
— 1-е повторение; — 2-е повторение; — 3-е повторение

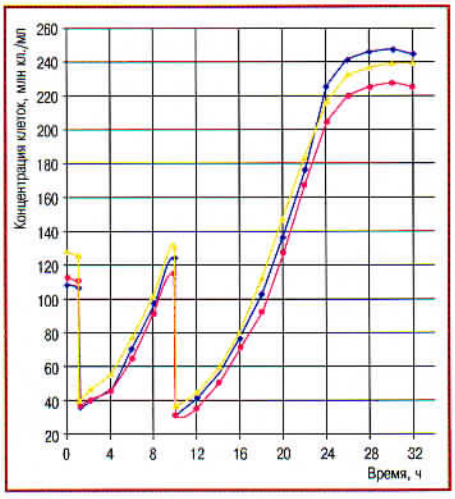

Рис. 14. Рост концентрации клеток при пропагации хлебопекарных дрожжей *Dr. Oetker* в двухаппаратной установке:
— 1-е повторение; — 2-е повторение; — 3-е повторение

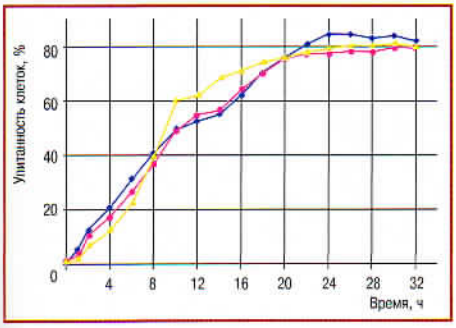

Рис. 15. Изменение упитанности клеток при пропагации хлебопекарных дрожжей *Dr. Oetker* в двухаппаратной установке:
— 1-е повторение; — 2-е повторение; — 3-е повторение

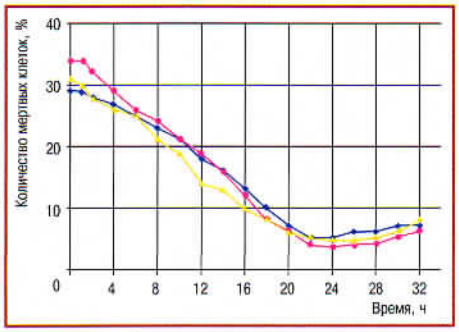

Рис. 16. Изменение количества мертвых клеток при пропагации хлебопекарных дрожжей *Dr. Oetker* в двухаппаратной установке:
— 1-е повторение; — 2-е повторение; — 3-е повторение

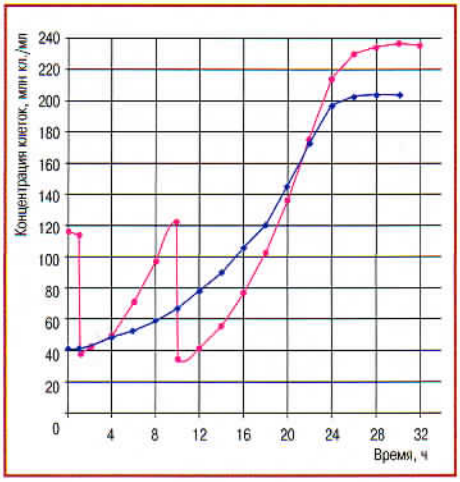

Рис. 17. Рост концентрации клеток при пропагации хлебопекарных дрожжей *Dr. Oetker* двумя рассматриваемыми способами:
— одноаппаратный способ;
— двухаппаратный способ

- начальная плотность сусла – 9,5%;
- температура пропагации – 22 °С;
- аэрация – 6 с каждые 10 мин.

Так же как и в случае пропагации в одном танке, описанном в первой части статьи, при пропагации в двухаппаратной установке дрожжей разных штаммов их поведение схоже, что доказывают графики на рис. 11–16. Соответственно, можно заключить, что и дрожжевые клетки других штаммов будут вести себя аналогично.

Теперь, получив результаты пропагации двумя различными способами в трех повторениях, возможно вывести результирующие кривые, описывающие процесс пропагации двух различных штаммов (рис. 17–22). Также можно составить результирующие таблицы, позволяющие численно оценить оба метода пропагации (табл. 5–6).

Как видно на рис. 17 и 18, максимальная концентрация клеток при пропагации в двухаппаратной установке всегда выше, следовательно, за одно и то же время можно получить большее количество биомассы. И концентрация клеток, при которой дрожжевые клетки все еще находятся в логарифмической фазе роста, также имеет более высокие значения.

Рис. 19 и 20 показывают, что упитанность клеток при пропагации с использованием двухаппаратной установки всегда оказывается выше. Это говорит о том, что в данном случае для жизнедеятельности дрожжевых клеток созданы более благоприятные условия.

Меньшее количество мертвых клеток (см. рис. 21, 22) также подтверждает тот факт, что в двухаппаратной установке пропагации ЧКД создаются более благоприятные условия для размножения дрожжевых клеток.

Конечные результаты пропагации дрожжевых клеток двух различных штаммов двумя методами в трех повторениях сведены в табл. 5 и 6.

Таким образом, результаты экспериментов показывают, что при прочих равных условиях наибольшая концентрация клеток, все еще находящихся в логарифмической фазе роста (столбец Log в табл. 3, 4), достигается быстрее в случае использования двухаппаратного способа пропагации ЧКД, а значения концентрации клеток за это время более высоки. Показатели упитанности клеток и количества мертвых клеток также оказываются более предпочтительными.

То есть из экспериментальных данных видно, что как количественные, так и качественные показатели при использовании двухаппаратных установок выше.

Однако следует обратить внимание, что разница в показателях при пропагации пивоваренных дрожжей *SafBrew* разными методами не так уж велика и при выборе схемы стоит серьезно задуматься, стоит ли переплачивать почти вдвое за небольшое увеличение производительности и качества. Напротив, при пропагации дрожжей *Dr. Oetker* наблюдается существенное улучшение качественных и количественных показателей.

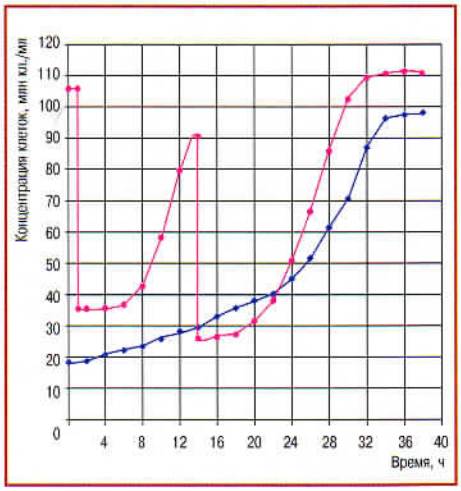

Рис. 18. Рост концентрации клеток при пропагации пивоваренных дрожжей *SafBrew* двумя рассматриваемыми способами:
— одноаппаратный способ;
— двухаппаратный способ

СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ ВОДЫ
geliosco@aha.ru www.geliosco.ru www.membranes.ru
от проекта...

...до пуска
Водоподготовка:
- обезжелезивание, деманганация
- умягчение
- обратный осмос
- нано-, микро-, ультрафильтрация
- дозирование
- сорбция
- обеззараживание
- мембранная дегазация
- мембранная стерилизация
- коррекция солевого состава

Промышленное насосное оборудование
Арматура

Россия, 107014, Москва,
ул. Бабаевская, д. 1/8, офис 23
Тел./факс: 269-6365, 269-2395, 269-3225

Таблица 5

Результаты пропагации пивоваренных дрожжей *SafBrew* двумя рассматриваемыми способами

№ повторения	Одноаппаратная установка								Двухаппаратная установка							
	Max				Log				Max				Log			
	Время, ч	*M*, млн кл./мл	Упитанность клеток, %	Количество мертвых клеток, %	Время,ч	*M*, млн кл./мл	Упитанность клеток, %	Количество мертвых клеток, %	Время, ч	*M*, млн кл./мл	Упитанность клеток, %	Количество мертвых клеток, %	Время, ч	*M*, млн кл./мл	Упитанность клеток, %	Количество мертвых клеток, %
1	32,0	99,75	68,0	10,0	32,0	99,75	68,0	10,0	36	113,75	73,0	11,0	30,0	101,25	74	10,0
2	32,0	95,38	65,0	11,7	32,0	95,38	65,0	11,7	36	110,00	79,0	9,0	30,0	105,25	80	7,0
3	36,0	99,50	63,0	14,0	34,0	96,25	63,0	13,5	36	107,50	77,0	12,5	32,0	104,75	77	12,0
Среднее значение	33,3	98,21	65,3	11,9	32,7	97,13	65,3	11,7	36	110,42	76,3	10,8	30,7	103,75	77	9,7

Таблица 6

Результаты пропагации хлебопекарных дрожжей *Dr. Oetker* двумя рассматриваемыми способами

№ повторения	Одноаппаратная установка								Двухаппаратная установка							
	Max				Log				Max				Log			
	Время, ч	*M*, млн кл./мл	Упитанность клеток, %	Количество мертвых клеток, %	Время,ч	*M*, млн кл./мл	Упитанность клеток, %	Количество мертвых клеток, %	Время, ч	*M*, млн кл./мл	Упитанность клеток, %	Количество мертвых клеток, %	Время, ч	*M*, млн кл./мл	Упитанность клеток, %	Количество мертвых клеток, %
1	28	216,25	65,0	9	24,0	200,25	55,0	8	30,0	246,25	84	7,0	24	225,00	84	5,0
2	26	193,50	70,0	11	24,0	189,50	66,0	11	30,0	226,50	79	5,0	24	203,50	77	3,5
3	28	203,75	76,0	10	22,0	185,75	70,0	8	32,0	239,0	80	8,0	24	215,75	79	4,5
Среднее значение	27	204,50	70,3	10	23,3	191,80	63,7	9	30,7	237,25	81	6,7	24	214,75	80	4,3

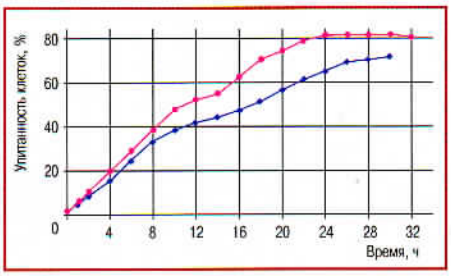

Рис. 19. Рост упитанности клеток при пропагации хлебопекарных дрожжей *Dr. Oetker* двумя рассматриваемыми способами:
— одноаппаратный способ;
— двухаппаратный способ

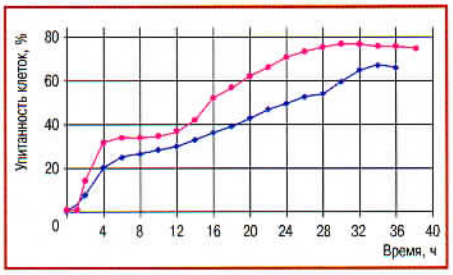

Рис. 20. Рост упитанности клеток при пропагации пивоваренных дрожжей *SafBrew* двумя рассматриваемыми способами:
— одноаппаратный способ;
— двухаппаратный способ

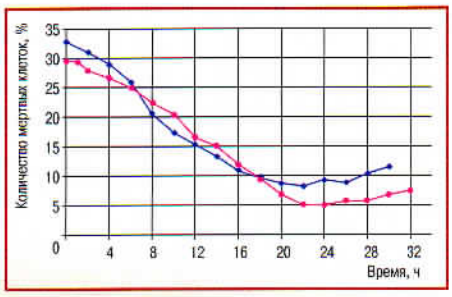

Рис. 21. Изменение количества мертвых клеток при пропагации хлебопекарных дрожжей *Dr. Oetker* двумя рассматриваемыми способами:
— одноаппаратный способ;
— двухаппаратный способ

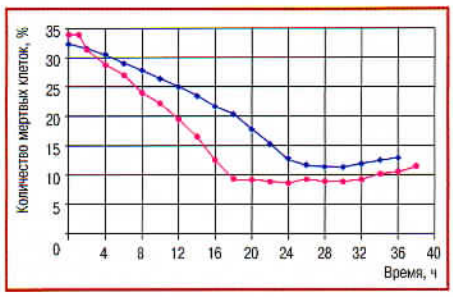

Рис. 22. Изменение количества мертвых клеток при пропагации пивоваренных дрожжей *SafBrew* двумя рассматриваемыми способами:
— одноаппаратный способ;
— двухаппаратный способ

Выводы

■ Время пропагации в двухаппаратных установках меньше по сравнению с пропагацией в одноаппаратных установках того же объема, а следовательно, выше их производительность.

■ Концентрация клеток полученной дрожжевой суспензии в двухаппаратных установках выше.

■ Качественные показатели (упитанность, количество мертвых клеток) при использовании двухаппаратных установок более предпочтительны.

■ При пропагации с использованием двухаппаратного способа для дрожжевых клеток создаются более благоприятные условия.

Однако необходимо учитывать, что разница в показателях при пропагации двумя различными способами во многом зависит от конкретного штамма дрожжей, и вполне может оказаться, что полученные преимущества не оправдают разницы в капитальных затратах. Поэтому перед выбором конкретной схемы для предприятия следует дополнительно изучить используемый штамм, провести экспериментальные исследования пропагации двумя предлагаемыми методами и только после этого делать выбор в пользу той или иной установки. ■